N° 380

ÉTUDE

SUR LE LAIT

SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

LE MAI 1886

PAR

Etienne ANDRÉ

Né à St-Jeande-Fos (Hérault)

PRÉPARATEUR DE CHIMIE

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1re classe

MONTPELLIER
IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5
SERRE ET RICOME, SUCCESSEURS
1886

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553210_0113

École Supérieure de Pharmacie de Montpellier.

PROFESSEURS

MM. J.E. DIACON (I. P. ✿), DIRECTEUR *Chimie générale.*

J.-E. PLANCHON ✿ ✠✠ (I. P.) *Histoire naturelle des médicaments.* / *Botanique.*

F. JEANJEAN (I. P. ✿)..... *Chimie analytique et Toxicologie.*

L. SOUBEIRAN ✠✠✠✠..... *Pharmacie.*

A. IMBERT..... *Physique.*

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM. MASSOL, chargé du cours..... *Minéralogie.*

COURCHET, chargé du cours... *Matière médicale.*

GAY, chargé du cours..... *Pharmacie chimique.*

B. CAUVY (I. P. ✿), professeur honoraire

AGRÉGÉS

MM. TH. MALOSSE ✠.

G. MASSOL.

L. COURCHET.

F. GAY.

Secrétaire : F.-J. BLAISE.

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A LA MÉMOIRE DE MON FRÈRE JUNIOR

A MA MÈRE

A MES FRÈRES ET A MA BELLE-SŒUR

E. ANDRÉ.

A MES PARENTS

A Monsieur **PEZET**

Docteur-Pharmacien

E. ANDRÉ.

AVANT-PROPOS.

En abordant cette étude, nous n'avons pas eu la prétention d'en traiter le sujet d'une façon complète; l'analyse seule du nombre considérable de travaux qui existent déjà ou paraissent chaque jour, nous eût obligé à dépasser de beaucoup le cadre que nous nous sommes tracé.

Essayer de réunir et de coordonner les éléments nouveaux qui nous ont paru présenter un certain intérêt, tel a été notre principal but.

Quelques questions telles que: la sécrétion lactée, la couleur, la composition et les fermentations du lait, ainsi que les expériences entreprises, soit en vue de définir la véritable nature du lait, soit en vue d'établir s'il y a dans ce liquide d'autres matières albuminoïdes que la caséine, ou de prouver que l'existence d'une membrane d'enveloppe attribuée aux globules graisseux, n'a aucune réalité, ont attiré plus spécialement notre attention.

Nous avons été ainsi amené à diviser notre travail en cinq chapitres, et voici le plan que nous avons cru devoir suivre :

Chapitre 1er. — Caractères physiques, organoleptiques et microscopiques.

Chapitre II. — Composition moyenne du lait et étude des principaux éléments qui en font partie.

Chapitre III. — Propriétés chimiques et conservation.

Chapitre IV. — Falsifications, essai, analyse chimique et méthode du Dr Quesneville.

Chapitre V. — Fermentations.

Qu'il nous soit permis, avant d'entrer en matière, d'offrir à tous nos Maîtres l'hommage de notre gratitude, et d'adresser particulièrement nos remercîments les plus sincères à MM. Diacon, Directeur de l'École et Professeur de chimie, Jeanjean, Professeur de chimie analytique et de toxicologie, des conseils qu'ils ont bien voulu nous donner, et à M. Courchet, Agrégé d'histoire naturelle, de l'empressement qu'il a toujours mis à nous prêter son bienveillant concours.

ÉTUDE SUR LE LAIT

CHAPITRE PREMIER.

Caractères physiques, organoleptiques et microscopiques du lait

Sommaire. — I. Définition du lait. — Expérience de M. Léon Chichkoff. — Sécrétion lactée. — Couleur du lait. — Odeur. — Variété de ses qualités suivant l'animal. — Densité. — Opalescence. — II. Examen microscopique. — Démonstration de l'identité des globules graisseux et de la non-existence d'une membrane élastique solide.

I.

Le lait est une véritable émulsion. C'est un liquide d'un blanc mat, résultant du mélange intime de trois substances: le beurre, la caséine et le sérum ou petit-lait. Ce dernier tient en dissolution une matière sucrée appelée lactose, divers sels minéraux et la majeure partie de la caséine.

Le beurre et une petite quantité de la caséine se trouvent interposés et suspendus dans le petit-lait, grâce à leur grande division.

Les expériences tentées dernièrement par M. Léon Chichkoff, dans le but de définir la nature du lait, montrent qu'il en est bien ainsi.

M. Chichkoff est parvenu, en effet, à obtenir une liqueur présentant une très grande analogie avec le lait ordinaire,

par son aspect, sa constitution physique et ses principales propriétés chimiques.

Il prépare d'abord ce qu'il appelle de la graisse modifiée, en faisant réagir, à la température d'ébullition, une dissolution de potasse sur une graisse quelconque. Sous l'influence de ce traitement, la graisse se dissout sans qu'il se soit formé trace de glycérine à l'état libre. En décomposant cette liqueur par un excès d'acide, la graisse employée est précipitée, mais modifiée de telle sorte, qu'ajoutée à une graisse ordinaire, elle donne une émulsion parfaite, avec des dissolutions extrêmement diluées de carbonates alcalins.

Voici, du reste, comment on peut obtenir cette liqueur : d'une part, ajouter une certaine quantité de graisse modifiée à de la graisse ordinaire, puis émulsionner avec une dissolution étendue de carbonate de potasse et de carbonate de soude ; joindre à cette émulsion du phosphate de chaux, du phosphate de magnésie, en poudre, et une certaine quantité de caséine préalablement triturée avec un peu d'ammoniaque; d'autre part, traiter du sucre de lait avec de l'acide chlorhydrique dilué et ajouter une dissolution d'albumine.

Le mélange de ces deux liquides doit s'effectuer en versant, par petites portions, la liqueur acide dans la liqueur alcaline et en remuant soigneusement après chaque addition.

Les proportions des corps à employer doivent être réglées d'après la composition moyenne du lait.

Ainsi préparé, ce liquide additionné d'une petite quantité de la partie solide d'un lait aigri, ne tarde pas à se séparer. Une couche épaisse de crême, ayant toutes les propriétés de la crême ordinaire et donnant un bon beurre par le procédé du battage, se forme à la surface. Avec le temps, il se prend en masse comme le lait normal et donne plus tard naissance au petit-lait.

La matière graisseuse se trouve répartie dans le sérum en une multitude de très petites gouttelettes enveloppées de la liqueur alcaline. Cette enveloppe liquide, adhérant fortement à la surface des gouttes à cause de l'attraction que la graisse exerce sur elle, a pour effet de maintenir les globules graisseux extrêmement divisés, ainsi que cela se passe dans les émulsions et par conséquent dans le lait.

Sécrétion lactée.— Le lait commence à être sécrété par les glandes mammaires vers la fin de la gestation, et ce n'est que 24 heures, quelquefois plusieurs jours après le part, que la sécrétion s'établit d'une manière sensible. C'est à l'époque de la puberté que la glande mammaire se développe; mais les culs-de-sac mammaires et leur épithélium globulaire ne deviennent bien distincts et bien caractérisés que sous l'influence de la grossesse et de la parturition. Néanmoins, de ce que, dans la majorité des cas, la présence du lait dans les mamelles est l'indice d'un état de grossesse, on ne doit pas affirmer qu'il en soit toujours de même.

La glande mammaire qui existe chez les deux sexes à un état de développement variable peut, en effet, entrer en fonctionnement sous les influences les plus diverses, et c'est ainsi que, chez l'enfant nouveau-né, garçon ou fille, on peut à un certain moment faire perler de la mamelle du lait jouissant de toutes les propriétés physiques et chimiques de ce liquide.

M. de Sinety assure qu'on peut entretenir cette lactation, en excitant la petite mamelle par une traite répétée.

Et de même que des enfants nouveau-nés peuvent avoir du lait dans les mamelles, il est des exemples avérés qui montrent que la sécrétion lactée peut s'établir chez une *vierge* dans toute l'acception du mot.

Baudelocque cite le cas d'une petite fille de 8 ans qui, ayant

présenté son sein pendant quelques jours à un très jeune enfant allaité par sa mère, aurait eu bientôt assez de lait pour le nourrir elle-même pendant un mois.

Pour notre part, nous avons eu l'occasion, au mois de juillet dernier, de faire traire, en notre présence, une petite chèvre qui n'avait pas encore cinq mois et qui vivait complètement isolée depuis le mois de mai.

La quantité de lait obtenue fut d'abord de quelques gouttes, puis d'un verre, enfin d'un demi-litre environ par jour et, chose digne de remarque, des deux mamelles, il n'y eut que celle de gauche, la seule mise en fonction par la traite répétée, qui se développa, tandis que l'autre resta dans son état normal.

Non seulement la glande mammaire peut fonctionner chez des enfants nouveau-nés, chez des *vierges;* mais la sécrétion lactée peut également s'établir chez l'homme ou être rappelée dans des mamelles taries depuis longtemps, sous l'influence d'excitants locaux en s'aidant de succions réitérées.

Nous ajouterons que le lait produit dans ces conditions ou provenant d'un sujet *vierge*, a une composition tout à fait normale.

Nous ne reproduirons pas ici les analyses de pareils laits, faites par quelques chimistes; il nous suffira de donner simplement le résultat que nous a fourni celle du lait de la petite chèvre dont nous avons parlé, savoir :

Beurre.	4,489	pour 100.
Caséine et *Albumine*.	4,52	—
Lactose.....	4,26	—
Eau	86,5	—
Cendres.....	0,231	—

La densité déterminée par la méthode du flacon à la température de 15°, a été de 1035.

Examiné au microscope, ce lait a présenté des globules butyreux de diverses grandeurs et en grande quantité ; très analogues, comme nombre et comme volume, aux globules d'un lait ordinaire.

Couleur du lait.— La couleur spéciale du lait est celle d'un liquide plus ou moins opaque, d'un blanc mat, légèrement jaunâtre, à reflets irisés.

Mais ce n'est pas là l'unique couleur du lait. Il existe chez les animaux des colorations accidentelles, et de toutes, la coloration bleue est la plus fréquente. D'après Bremer, cette coloration serait due à l'influence de l'alimentation. C'est ainsi que MM. Filhol et Joly auraient vu des vaches, nourries exclusivement avec du sainfoin, donner du lait bleu au bout de deux jours, et n'en plus fournir dès que l'on modifiait leur alimentation. Une observation qui tendrait à démontrer que, dans la plupart des cas, la coloration bleue serait due à la présence de l'indigo, c'est que le lait n'est pas bleu au sortir de la mamelle. Abandonné au repos, il ne tarde pas à se couvrir de petites taches qui, en s'agrandissant, finissent par former une couche continue, dont la teinte bleu-foncé se communique plus tard à toute la masse.

Bremer prétend qu'un lait coloré en bleu, examiné au microscope, ne présente point de trace de moisissure, tandis que, suivant Bailleul, ces mêmes taches seraient dues à une sorte de mycelium, dont on pourrait même empêcher la naissance en donnant aux vaches du sel marin.

Hermstaedt assure que le lait des vaches auxquelles on donne à manger de la garance, est teint en rouge et que cette couleur, qui persiste dans le lait 7 ou 8 jours après qu'on a supprimé cette substance, se communique même au beurre. La variété des couleurs accidentelles observées dans le lait est due, d'après les travaux récents de quelques na-

turalistes, à des Schizomicètes appartenant aux genres: *Bacterium* et *Micrococcus* de Hallier, ayant la propriété de produire des matières colorantes; de là l'épithète de *chromogènes*, qui leur a été donnée.

Le genre *Bacterium* fournit, en effet, des espèces colorées, parmi lesquelles: le *Bacterium xanthinum* et le *B. cyanogenum* qui colorent le lait en jaune ou en bleu (1).

On prétend aussi que le lait rouge, qu'on attribuait autrefois à une affection des glandes mammaires, est dû à la même espèce de micrococcus qui produit le phénomène si remarquable du pain sanglant, au *Micrococcus prodigiosus* (Cohn).

Ce micrococcus qui est rouge carmin, colore en rouge la colle de pâte, l'empois, les matières amylacées cuites et placées dans une atmosphère à la fois humide et chaude.

D'après M. Rabenhorst, qui l'a étudié récemment, il serait très polymorphe et aurait reçu une foule de noms différents : *Palmella mirifica*, *Zoogalactina imetropha*, *Bacterium prodigiosum*, qui ne sont que des variétés du micrococcus prodigiosus, se modifiant suivant le milieu qui lui sert de support et de nourriture (2).

Odeur. — L'odeur du lait est faible et variable selon l'animal qui le fournit. Le sulfure de carbone, agité avec le lait frais, s'empare du principe odorant et l'abandonne par évaporation. La matière aromatique, laissée comme résidu, est généralement d'une odeur de fourrage.

Qualités — Les qualités du lait varient aussi avec les espèces qui le fournissent.

(1) Trouessart. Les microbes, p. 124

(2) L. Crié, Éléments de botanique, p. 1098 99. Trouessart, Les microbes, les ferments et les moisissures, p. 121. Cornil et Babès, Les bactéries. p. 104.

Le lait de femme est sucré, bleuâtre ; son caseum n'est pas coagulable par les acides ; la présure le coagule, mais lentement. Il est plus clair, plus léger et plus sucré que celui de vache.

Le lait d'ânesse, qui, de tous ressemble le plus au précédent, donne une crême épaisse, mais peu abondante ; il fournit un beurre blanc, mou, peu sapide.

Celui de vache se rapproche aussi du lait de femme ; il a une saveur agréable, légèrement sucrée.

Le lait de jument donne peu de crême : il contient beaucoup de lactose, aussi passe-t-il facilement à la fermentation alcoolique.

Celui de chèvre est onctueux ; il a une odeur et une saveur tout à fait caractéristiques. Il renferme plus de beurre et de caseum que le lait de vache, auquel il est substitué dans certains pays et surtout en Provence. Il fournit un beurre blanc, ferme, d'une saveur douce et agréable. Il se conserve longtemps frais. Ses globules butyreux sont remarquables par leur petitesse et se rassemblent difficilement à la surface.

Le lait de chienne, riche en beurre et en caséine, contient en outre une proportion de sels, de beaucoup supérieure à celle de tous les autres.

Quant au lait de chamelle, précieux pour préparer les aliments et pour atténuer les effets pernicieux de la datte, il est moins agréable que ceux que nous venons de passer en revue, et de plus est gras et épais, aussi répugne-t-il à ceux qui n'y sont pas habitués (1).

Pour apprécier les qualités du lait, il importe d'en déterminer l'âge, c'est-à-dire de savoir le temps qui s'est écoulé depuis la parturition. Quelques jours avant et après le part, le lait présente des particularités dignes d'intérêt. Il reçoit

(1) Brehm. Les mammifères, p. 448-49.

alors le nom de colostrum. Celui-ci est jaune, d'une consistance mucilagineuse et ressemble à de l'eau de savon. Il renferme des corps granuleux formés d'agglomérations irrégulières de très petits globules de graisse, et possède des propriétés purgatives qui contribuent à l'évacuatiou du méconium. Il contient de l'albumine, est plus riche en sels que le lait ordinaire; mais il renferme très peu de sucre.

Température. — La température du lait, au sortir de la mamelle, est d'environ 28°.

Densité.— Sa densité, toujours supérieure à celle de l'eau, varie avec la proportion de ses éléments et les animaux qui le fournissent. Les moyennes admises pour le lait de vache sont comprises, à 15°, entre 1029 et 1036. D'après le Dr Réveil, un bon lait de vache doit avoir une densité de 1031,5. Un très grand nombre d'essais, effectués dans divers pays de la France et en toute saison par M. Dirr (1), confirment pleinement le chiffre indiqué par le Dr Réveil.

La plupart des observateurs admettent: pour le lait de femme, la moyenne de 1032, pour celui de chèvre 1036.

Le lait de brebis et celui de jument paraissent avoir une densité qui peut varier de 1035 à 1041.

Opalescence — Le phénomène de l'opalescence que présente le lait est non seulement dû à l'inégalité de réfringence, entre les globules parfaitement transparents de la matière butyreuse et le liquide dans lequel ils sont en suspension; mais aussi à une partie de la caséine qui s'y trouve à l'état insoluble.

(1) Auteur du Guide pratique pour constater les falsifications du lait.

II.

Caractères microscopiques.— Le lait à l'état parfait, examiné au microscope, présente un nombre considérable de globules butyreux, nettement sphériques et de tailles diverses, variant entre 10 μ et 1 μ 6 de diamètre. Les plus nombreux ont un diamètre qui varie entre 3 et 5 μ. On a cru pendant longtemps que les globules étaient de différente nature; les plus petits étaient considérés comme formés de caséine, les autres de beurre. Raspail était d'avis que, parmi ces globules, il y en avait d'albumineux et d'oléagineux. Hodgkin, Lyster ont émis, les premiers, l'opinion que les globules du lait étaient tous identiques. C'est à Donné que revient l'honneur d'avoir démontré que, quel que fût leur volume, ils étaient tous solubles dans l'éther et, de plus, que toute la matière graisseuse ne se trouvait pas dans le lait sous forme de globules.

L'identité de ceux-ci une fois établie, on agita la question de savoir si, oui ou non, ils étaient entourés d'une membrane élastique solide.

Parmi les nombreux observateurs qui prirent part à la discussion, nous citerons: MM. Filhol, Joly, et Robin qui se sont prononcés pour la négative; MM. Dumas, Henle, Mandl, Raspail, Mitscherlich, Lehmann, qui ont prétendu que les globules graisseux du lait étaient entourés d'une enveloppe caséeuse ou albumineuse.

Le premier argument avancé en faveur de l'existence de cette membrane reposait sur ce fait, que l'on prenait pour une enveloppe, une simple apparence qui n'est due, en réalité, qu'à un phénomène de diffraction.

Les globules du lait étant formés d'une substance réfringente, il s'ensuit que les rayons lumineux, qui tombent sur

leur surface, sont déviés de leur direction et produisent, en effet, comme une sorte d'auréole, séparée des globules eux-mêmes par une ligne plus claire et très nette, pouvant faire croire à l'existence d'une membrane enveloppant chacun des globules.

Il n'en est rien. M. Duclaux le prouve de la façon suivante :

«Si on laisse du lait stérilisé au repos, la crême monte à la surface et y forme une couche assez cohérente, parfaitement séparée du liquide qui l'imprègne d'ordinaire. Dans cette couche, l'examen au microscope montre les globules gras, serrés les uns contre les autres, ronds, ayant conservé leur aspect et leur semblant d'enveloppe. En pressant sur la lamelle de verre qui les recouvre, on les voit s'applatir et prendre des formes irrégulières tout en conservant le même liséré. Vient-on à faire glisser la lamelle de façon à les faire frotter les uns contre les autres, ils se réunissent en masses irrégulières, s'arrondissant de nouveau si on les fluidifie un peu en chauffant, et occupent alors uu volume plus grand, mais ils se montrent toujours entourés de la même façon qu'à l'origine. Bref, on peut faire et défaire du beurre sous le microscope sans jamais voir trace de l'existence de cette membrane enveloppante, et sans voir disparaître autour des globules, gros et petits, les traces du même phénomène de diffraction.»

Le deuxième argument est la résistance qu'on éprouve à agglomérer les globules butyreux dans l'opération du barattage, résistance qui se comprend tout de suite s'il y a à rompre une membrane.

Le troisième est que l'éther, agité avec le lait, n'en dissout pas la matière grasse sans être, au préalable, additionné de quelques gouttes de soude caustique, ce qui conduit à admettre que le globule est protégé par une membrane d'une nature différente de la sienne.

Le raisonnement suivant va nous permettre de combattre

le deuxième. Si les globules du beurre, remontés à la surface en masse assez compacte, ne se soudent pas entre eux, c'est qu'ils sont en émulsion, et qu'il y a ce qu'il faut dans le lait pour rendre l'émulsion persistante.

Or, lorsqu'un liquide est en émulsion dans un autre, il faut, pour que l'agglomération des globules du liquide émulsionné se produise: 1° que ces globules viennent au contact les uns des autres, ce qui est favorisé par une différence de densité, qui détermine un mouvement d'ascension ou de chute dépendant de l'état plus ou moins visqueux du liquide dans lequel se trouve celui qui est émulsionné ; 2° que les globules se trouvent serrés les uns contre les autres par la pression du liquide environnant, et cette réalisation est liée aux phénomènes qui se produisent au contact de deux surfaces liquides, ou d'une surface liquide avec un gaz; mais pour que ces conditions soient remplies, il faut que les lamelles du liquide, qui restent interposées entre les globules, se laissent briser facilement. Or, tous les liquides ne se ressemblent pas sous ce rapport. Ceux qui se laissent gonfler en bulles ou deviennent mousseux par l'agitation, comme les solutions de savon, sont ceux dont les lamelles offrent le plus de résistance.

On peut donc prévoir que si ces lamelles résistent à la pression de l'air, elles résisteront aussi à la pression de deux globules qui tendent à s'unir au travers d'elles, d'où la déduction, que les liquides les plus mousseux donnent les émulsions les plus stables et, c'est ainsi que le lait très mousseux quand on l'agite, est un obstacle à l'agglomération de ses globules gras.

Quant au fait qui fait l'objet du troisième argument, il peut recevoir l'interprétation suivante: dans le premier cas, l'éther précipite le caseum et forme avec le tout une masse pâteuse où il entre en émulsion lui-même et ce n'est que peu

à peu qu'il remonte à la surface. Dans le second cas, le caseum transformé par la soude ne précipite plus par l'éther; l'émulsion produite alors est plus instable, le contact de l'éther et de la matière grasse plus intime et l'ascension plus rapide.

CHAPITRE II.

Composition chimique du lait et influences modificatrices de sa composition

SOMMAIRE. — Composition moyenne. — Matière grasse, caséine, lactose, cendres.— Variations du lait dans sa composition.

Composition moyenne. — Nous allons donner ici la composition moyenne déduite par M. Fleischmann de tous les nombres publiés jusqu'à ce jour:

Eau.....	87.25	p. 100
Matière grasse.....	3.50	—
Caséine.....	3.90	—
Sucre de lait.....	4.60	—
Cendres.....	0 75	—

Outre ces matériaux, on trouve encore dans le lait de l'acide carbonique, de l'azote, de l'oxygène, de l'urée (Morin, Bouchardat et Sandros), de la créatine, de la leucine, de la tyrosine et de la créatinine signalée par M. Commaille qui en a trouvé dans du petit-lait putréfié. Il résulterait des travaux de M. Duclaux, que rien ne vient confirmer, que le lait normal renferme de la créatinine; quant à la leucine, à la tyrosine et à la créatine, leur présence dans le lait normal serait également douteuse.

Matière grasse. — Nous avons déjà vu que la matière grasse se trouve dans le lait à l'état de globules microscopiques de diverses grandeurs, ronds, homogènes et qui doivent leur forme ronde à l'effet des forces capillaires.

C'est elle qui donne le beurre. Celui-ci s'obtient au moyen du barattage, opération qui consiste à imprimer à la crême (mélange de beurre, de serum et de caseum) ou au lait, dans un instrument appelé baratte, une série de chocs à la suite desquels la matière grasse devient cohérente et se prend en une masse unique qui constitue le beurre. Il ne faudrait pas croire que le barattage s'accomplît toujours d'une façon aussi simple que nous venons de le dire. Diverses conditions influent sur cette opération parfois capricieuse, et font naître des difficultés. Ainsi, l'âge de la crême, sa nature, la forme de la baratte, le niveau auquel on la remplit, la température surtout, y jouent un rôle quelquefois tellement actif, que l'extraction du beurre devient tout à coup impossible.

D'après Chevreul, le beurre contient en moyenne les 5/6 p. 100 de matière grasse pure et environ 16 p. 100 de caseum, de lactose et d'eau. Il contient habituellement, en outre, de la matière colorante et des substances aromatiques provenant des plantes qui ont servi à la nourriture des animaux et qui donnent au beurre sa saveur particulière. La matière grasse est un mélange assez complexe de plusieurs glycérides. Elle contient environ:

Margarine.....	68
Oléine ou butyroléine...	30
Glycérides à acides gras volatils....	2

On y trouve encore de petites quantités d'acides caprique, caprylique, caproïque et butyrique, ou, à la place des deux derniers, de l'acide *vaccinique* (1).

Tous ces acides ne se trouvent dans le beurre frais qu'en très petites quantités; mais, par l'exposition à l'air, ils se forment graduellement dans le beurre, et c'est à leur présence que le beurre rance doit son odeur désagréable.

On peut obtenir la matière grasse du beurre à l'état pres-

(1) Dictionnaire de Larrousse.

que pur, en faisant fondre le beurre à une température de 60° à 80°. Si on soumet ensuite la matière grasse pure et solide à une pression considérable, dans un linge et à la température de 15°, on la dédouble en ses deux parties constituantes, savoir: l'oléine et la margarine; la premiere s'écoule à travers le linge sous forme d'une huile transparente, légèrement jaune ; la deuxième reste dans la toile sous forme de graisse blanche solide.

Le tableau suivant, dressé par M. Schmitt, donne la composition exacte des beurres de vache, de chèvre et de brebis.

BEURRES DE	VACHE		CHÈVRE	BREBIS
	d'Isigny	de Flandre		
1° Point de fusion	36°5	36°5	33°	37°5
2° Analyse immédiate :				
Matière grasse	86.25	80.50	75	
Eau	9.80	10.54	22.40	
Caséine	2.225	1.42	1.75	
Cendres	0.10	0.85	0.18	
Matières non dosées, erreurs et pertes	1.625	0.69	0.67	
3° Acides gras, fixes et insolubles p °/₀	88.57	89.15	84.40	85.25
4° Point de fusion des acides fixes	39°8	40°	38°8	40°5
5° Acides gras volatils et solubles p °/₀	4.452	4.45	4.505	4.77
6° Composition de la matière grasse:				
Butyrine	5		5.50	6
Oléine	60		64	58
Margarine	35		30.50	36

Caséine. — Nous avons compris, sous cette dénomination unique, les substances qu'on désigne généralement sous le

nom de matières albuminoïdes du lait, savoir : la caséine, l'albumine et la lacto-protéine. On donne le nom de caséine au coagulum que l'on obtient quand on traite le lait écrémé par les acides étendus, certains sels, l'alcool ou la présure.

Celui d'albumine, au second coagulum fourni par le filtratum de l'opération précédente, ramené à une acidité modérée et chauffé.

Enfin, la lacto-protéine de Millon et Commaille est la substance qui donne le précipité rouge-grenat, obtenu quand on ajoute à chaud, au second serum, une proportion modérée de réactif de Millon. D'après M. Duclaux, il n'y a pas lieu de conserver cette distinction ; les matières albuminoïdes du lait n'étant que des formes de la caséine proprement dite, aux dépens de laquelle se formeraient l'albumine et la lacto-protéine. Suivant cet auteur, la caséine se trouverait dans le lait sous trois états. Il y aurait : la caséine dissoute, c'est-à-dire la caséine filtrable au travers de la porcelaine, la caséine en suspension ou caséine solide tombant au fond des vases, par le repos, et de la caséine colloïdale, c'est-à-dire passant au travers de tous les filtres de papier, mais incapable de passer au travers d'un filtre de porcelaine dégourdie, convenablement cuit et devant fournir un liquide aussi limpide que de l'eau.

On dose ordinairement les matières albuminoïdes du lait en opérant comme nous l'avons dit, c'est-à-dire en dosant comme caséine le premier précipité, comme albumine le deuxième et comme lacto-protéine le troisième précipité. Or, n'y a-t-il pas là une cause d'erreur à propos de la caséine, si nous remarquons que les divers réactifs employés précipitent, dans un même lait, des quantités trés inégales de matière et, de plus, que le même réactif en sépare des proportions très différentes, suivant la température, la dilution des liqueurs, la nature et la quantité des sels dissous ?

Une expérience bien conduite suffit pour le prouver.

Pour obvier à cette cause d'erreur, M. Esbach a cherché un procédé de dosage de la caséine en masse à l'état de combinaisons métalliques; il n'a pu y réussir. Quant à M. Duclaux, il se borne à doser la caséine dissoute, dont les variations traduisent suffisamment toutes les transformations que subit le lait soit dans la pratique industrielle, soit dans l'alimentation. Il sépare la caséine dissoute des caséines en suspension et colloïdale, en faisant passer le lait au travers d'un tube en porcelaine fermé par un bout et en aspirant au moyen du vide, ou encore, en se servant de vases poreux de pile, choisis parmi les plus homogènes et les plus petits. Cette filtration a pour effet, ainsi qu'on le voit facilement, de séparer les éléments en suspension dans le lait, savoir: la matière grasse, la caséine solide, la caséine colloïdale et une partie du phosphate de chaux, des éléments en solution vraie, qui sont: la lactose, la caséine dissoute, le reste de phosphate de chaux et les autres sels minéraux.

Certains chimistes admettent qu'il y a de l'albumine dans le lait, en se basant sur l'expérience suivante: 1° si on sature à froid le lait par du sulfate de magnésie, il se forme un coagulum abondant; le tout jeté sur un filtre donne un liquide, qui chauffé vers 60°, fournit à son tour un précipité; 2° si on traite, par le même sel, du lait préalablement bouilli, on n'obtient qu'un coagulum faible ou nul. De cette expérience, on a conclu à la présence d'albumine en solution dans le serum. Elle ne nous paraît pas assez concluante pour permettre d'affirmer que le lait normal renferme une substance albuminoïde autre que la caséine. Il résulte, en effet, des observations faites à ce sujet, que la quantité de caséine dissoute est fonction de la quantité de sulfate de magnésie présente et de la température, que le coagulum magnésien ne retient pas toute la caséine et que celle-ci, coagulable à froid en présence

du sulfate de magnésie, l'est davantage à chaud avec une même quantité de ce sel.

D'ailleurs, tous les sels neutres paraissent jouir de la même propriété à l'égard de la caséine. MM. Filhol et Joly n'admettent pas que l'albumine existe normalement dans les laits de femme, de vache et de chèvre. Il paraîtrait néanmoins qu'elle existe dans ces laits quand ils sont encore à l'état colostral ou quand ils ont séjourné longtemps dans les vaisseaux galactophores.

Quant à la lacto-protéine de Millon et Commaille, elle n'a non plus rien de bien caractéristique, car la propriété de former combinaison avec le nitrate acide de mercure lui est commune avec les autres matières albuminoïdes.

Lactose. — Cette substance, que l'on nomme aussi lactine ou sucre de lait, a été découverte en 1619, par Bartoletti, de Bologne.

On la rencontre dans le sapotiller (Bouchardat), dans certaines graines, mais surtout dans le lait des mammifères, sauf dans celui des carnivores soumis exclusivement au régime de la viande. Elle cristallise sous la forme de prismes rhomboïdaux droits, incolores quand ils sont purs, durs et craquant sous la dent. Sa saveur est légèrement sucrée, sa solubilité dans l'eau est de 1/6 à froid et de 1/2 à la température d'ébullition. L'alcool froid et l'éther ne la dissolvent pas. Desséchée à 100°, elle répond à la formule:

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O.$$

Chauffée à 150°, elle perd son eau de cristallisation, mais à cette température elle commence à s'altérer et se détruit complètement à 170°. Elle ne peut servir directement à la nourriture des globules de levûre de bière, aussi elle ne fermente pas en présence de cette levûre, à moins qu'on

additionne sa solution de certaines substances minérales ou organiques; une partie se transforme alors en galactose qui, elle, subit la fermentation alcoolique; tandis que la majeure partie se transforme d'abord en acide lactique, puis en acide butyrique, sous l'influence des ferments lactique et butyrique. Dans ces conditions, la levûre de bière continue à vivre en empruntant au sucre, quoique péniblement, le carbone nécessaire à la construction de ses tissus.

L'acide sulfurique étendu transforme à chaud la lactose en galactose et à la longue en acide lévulique. Dernièrement, M. Bourquelot a obtenu de la galactose parfaitement blanche, en faisant agir pendant une heure seulement, en tube scellé et à la température de 105°, 1 gr. 50 d'acide sulfurique sur 100 gr. de lactose.

La lactose précipite par l'acétate de plomb ammoniacal. M. Rubner a fondé, sur cette réaction, un moyen de la rechercher et de déceler sûrement sa présence dans un liquide qui n'en contiendrait que 0,02 °/₀. Elle réduit très facilement les liqueurs cupro-alcalines. On base sur cette propriété un procédé de dosage. Nous ne décrirons pas ici la manière d'opérer, il nous suffira de faire observer, avec M. le Dr Esbach, que c'est en lactose anhydre ($C^{12}H^{22}O^{11}$) que doit être titrée la solution d'essai, pour être d'accord avec le poids de sucre que contient le résidu sec du lait.

Nous ferons remarquer, en outre, qu'une solution de lactose, faite à froid et récente, a un pouvoir réducteur plus fort que celle qui, après avoir subi la température de 100° pendant quelques minutes, a été laissée au repos pendant 12 heures. Donc, lorsque l'on voudra titrer une liqueur cupro-alcaline pour le dosage de la lactose, il sera indispensable, si l'on veut obtenir des résultats précis, de faire subir à la solution sucrée une température de 100° au bain-marie, pendant 5 minutes, et de n'en faire usage qu'après 12 heures de repos.

Entre autres propriétés, elle a celle de dévier à droite, comme la dextrine, le sucre de canne, la glucose, etc., le plan de la lumière polarisée. Cette nouvelle propriété est mise à profit pour son dosage, par l'emploi du polarimètre.

Quel est son pouvoir rotatoire ?

Les auteurs ne sont pas tous d'accord.

Aussi, nous trouvons dans Gorup-Besanez 58°2 pour la lactose hydratée, ce qui donnerait par calculs 61°2 pour la lactose anhydre, dans le dictionnaire de Wurtz 56°4 (hydratée), Biot donne 60°28, Berthelot 59°3, tous deux pour la lactose anhydre.

Le Dr Esbach, qui a repris la question, a trouvé que le pouvoir rotatoire de la lactose anhydre était de 55°55, et considère ce chiffre comme seul exact.

Mais ici encore nous signalerons un autre fait. Il se passe relativement au pouvoir rotatoire, un phénomène analogue au changement qui se produit dans le pouvoir réducteur, lorsqu'on opère dans les mêmes conditions. Récemment dissoute à froid, la lactose présente un pouvoir rotatoire plus fort que si la solution a été abandonnée au repos pendant quelque temps ou chauffée à 100°.

Le pouvoir rotatoire de la solution obtenue à froid, diminue peu à peu et tend vers un chiffre fixe qui est réalisé du premier coup, si la solution est maintenue quelque temps à 100°.

Il y a lieu de tenir compte également du degré de concentration.

Hesse a déterminé, à la lumière monochromatique du sodium, le pouvoir rotatoire de la lactose pour des solutions aqueuses renfermant de 2 à 12 p. 100 de ce sucre.

Il a obtenu pour la lactose $+aq$ ($C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O$).

(1) $[\alpha]_D = 54{,}54 - 0{,}557c + 0{,}05475C^2$, sachant que $[\alpha]_D$ est

le pouvoir rotatoire de la lactose $+aq$ pour la raie D et que c est le poids de la substance ($C^{12}H^{22}O^{11}+H^2O$) dans 100 centimètres cubes de solution.

La relation qui lie le pouvoir rotatoire à la déviation α du cercle observée, est :

$$(2) \qquad [\alpha]_D = \frac{100\ \alpha}{l\ c}$$

où l est la longueur du tube en décimètres.

M. le Dr Quesneville a publié dans son mémoire sur le lait, un tableau qu'il a dressé, en opérant à la température constante de 15°5, sur des solutions préparées à chaud et en faisant varier le degré de concentration depuis 10 jusqu'à 80 gr.

En voici un extrait :

$[\alpha]_D$	Lactose par litre	D. pol.	D. sacch.	$[\alpha]_D$	Lactose par litre.	D. pol.	D. sacch.
53°645	20 gr.	2°09'	9°90	53°12	50 gr.	5°19'	24°52
	24 —	34	11°9		51 —	25'	25°0
53°49	25 —	2°40'	12°34	53°13	55 —	5°51'	26°97
	29 —	3°06'	14°3	53°32	70 —	7°28'	34°45
53°36	30 —	3°12'	14°78	53°44	75 —	8°02'	37°0
53°26	35 —	3°44'	17°21	53°59	80 —	8°34'	39°57
	38 —	4°02'	19°7	53°76	85 —	9°08'	42°18
53°19	40 —	4°15'	19°64	53°96	90 —	9°43'	44°82
53°14	45 —	4°47'	22°07	54°19	95 —	10°18'	47°52
	47 —	5°00'	23°0	54°445	100 —	10°53'	50°26

Pour calculer la valeur des degrés du saccharimètre à pénombres qui répondent à différents poids de lactose, M. Quesneville a donné à c successivement les valeurs 1 ; 1.5 ; 2 ; 2.5 ;.... puis, par la formule d'Hesse (1), il a eu les

pouvoirs rotatoires correspondants, et par la formule (2) les déviations α du cercle, puis les degrés saccharimétriques.

Il a obtenu les valeurs de c comprises entre 1 et 1,5, 2 et 2,5 par interpolation, soit en degrés polarimétriques, soit en degrés saccharimétriques.

D'après ses tables, on voit que 25°0 saccharimétriques correspondent à 51 gr. de lactose par litre, tandis que d'après celles de Poggiale on trouve 50 gr. 47; cette différence est due à ce seul fait, que Poggiale a dressé ses tables sans tenir compte de la variation du pouvoir rotatoire avec la concentration. Ce qui le prouve, c'est qu'avec une concentration plus grande, la différence devient plus considérable. C'est ainsi que 50°26 est la déviation produite par 100 gr. de lactose, tandis que d'après Poggiale, il faudrait 101 gr. 5 pour produire la même déviation.

Cendres. — Les cendres qui représentent les substances minérales contenues dans le lait sont constituées par de la soude, du chlorure de potassium et des phosphates de chaux, de soude, de magnésie et de fer.

Pour montrer que la composition du lait de vache varie peu, quant à ses principes minéraux, aux diverses périodes de la lactation, M. Gabel a analysé le lait, provenant de dix vaches, qui avaient vêlé d'octobre à janvier.

Les échantillons ont été pris à sept époques différentes de janvier à septembre.

Les trois premiers échantillons ont été recueillis pendant que les vaches étaient à l'étable, et les autres alors qu'elles se trouvaient au pâturage.

Voici les résultats généraux de ces analyses :

	1	2	3	4	5	6	7
Potasse	25.81	26.94	25.18	26.30	26.17	22.55	24.90
Soude	11.78	10.39					
Chaux	19.71	21.81	21.09	21.26	20.93	23.57	21.77
Magnésie	2 77						
Sesquioxyde de fer. . .	0.13						
Acide sulfurique . . .	4.07						
— phosphorique.	23.11	23.11	24.61	22.41	23.59	26 51	25.41
Chlore	16.15	13.15	15.94	14.16	14.81	13.48	14.52

Les petites différences observées, dit l'auteur cité, semblent dépendre plus de la nature des aliments que du temps pendant lequel les vaches ont donné du lait.

Variations du lait dans sa composition.— Avant de clore ce chapitre, nous allons dire un mot sur certaines circonstances qui font varier le lait dans sa composition. Nous voulons parler des influences modificatrices telles que : la race, l'alimentation, l'intervalle des traites, l'âge, la gestation et le part, le repos et la fatigue, la stabulation, la paissance, la saison, etc.

Il résulte des nombreuses analyses faites par divers chimistes, que la richesse d'un lait en matière grasse, varie non seulement avec la race (les vaches de Hollande, par exemple, donnent un lait si peu chargé en matière grasse, que 20 litres fournissent à peine 1 kil. de beurre), la nourriture, etc., etc., mais encore suivant les individus et aux différentes époques de la journée. De plus, sur le même animal, la composition du lait n'est pas la même au commencement et à la fin de la traite. Il nous suffira de citer à ce propos, une

expérience faite par M. Boussingault. Ce savant a fractionné en 6 parties la traite d'une même vache, et a fait l'analyse de ces diverses parties. Il a trouvé que de la première à la sixième partie de la traite, le poids de l'extrait sec a augmenté de 2,2 et celui de la matière grasse de 2,38.

Le lait des vaches pleines, à fin de lait, est plus riche en matières fixes, beurre et lactose, que celui des vaches ayant récemment vêlé (1).

MM. Vernois et Becquerel assurent que l'âge des vaches n'a pas d'influence sensible sur la composition de leur lait, mais que cette composition varie notablement selon les pays où on l'étudie.

D'après M. le professeur Albert Leeds, de Philadelphie, l'âge de la femme exercerait une influence considérable sur la richesse du lait, en principes nutritifs. Cet auteur, se basant sur les nombreuses analyses qu'il a faites, conclut que le lait le plus nourrissant est celui de la femme de 15 à 20 ans, puis celui de la femme de 20 à 25 ans, enfin, celui de la femme de 25 à 30 ans, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

	15 à 20	20 à 25	25 à 30
Matières albuminoïdes...	2.18	1.92	2.10
— sucrées	7.17	6.91	6.77
— grasses.....	4.32	4.05	4.04
Autres matières solides..	9.58	9.09	9.00
Cendres	0.22	0.22	0.21
Totalité de matières solides	13.87	13.03	13.08

Remarquons que les recherches de M. Leeds qui ont porté sur 80 sujets, ont été faites à Philadelphie et qu'il pourrait bien arriver que ses conclusions, vraies pour cette

(1) Dictionnaire de Chevalier et Baudrimont.

ville, ne soient pas applicables aux femmes de notre pays. Il n'est pas à notre connaissance, du moins, qu'on se soit livré en France à de pareilles expériences. Tout ce que nous pouvous dire à ce sujet, c'est que la Commission de la Société Française d'hygiène recommande, dans son rapport sur l'hygiène et l'éducation de la première enfance (8e édition, 1886), de choisir pour nourrices les femmes de 20 à 32 ans, lorsque la mère se trouve dans la stricte nécessité d'avoir recours à une nourrice mercenaire.

CHAPITRE III.

Propriétés chimiques et conservation.

Sommaire : Réaction du lait, coagulation, conservation.

Réaction. — On attribue généralement au lait une réaction alcaline, quelquefois neutre, rarement acide.

L'alcalinité serait due principalement aux phosphates et à quelques carbonates alcalins. L'acidité, constatée quelquefois dans le lait des vaches privées d'exercice, est rapportée à l'acide carbonique normal.

A vrai dire, le lait n'est ni acide ni alcalin, lorsqu'on vient de le traire d'un animal en bonne santé et nourri des aliments qui lui conviennent.

Nous avons examiné successivement, dès leur sortie de la mamelle, du lait de femme, d'ânesse, de vache, de chèvre et de chienne, au moyen des orangés Poirrier d'un côté ; d'une solution alcoolique de phénol-phtaléine de l'autre, et nous n'avons constaté chez aucun la moindre marque d'acidité ni d'alcalinité.

Le lait bleuit cependant, au sortir de la mamelle, le papier rouge de tournesol et rougit le papier bleu très sensible. Cette réaction, qui ne lui est pas spéciale, attendu qu'elle est commune à un grand nombre de liquides neutres par saturation réciproque de deux éléments de réactions contraires, est due aux principes acides et alcalins qu'il renferme.

Et comme le fait remarquer M. Duclaux, il est naturel de rattacher à cet antagonisme l'existence dans le lait de la caséine dissoute et de la caséine en suspension.

Coagulation du lait. — Aucun lait normal, sauf celui de truie et quelquefois celui de chienne, ne se coagule à l'état frais par l'action de la chaleur; mais exposé à l'air libre et à une température favorable, voisine de 35°, le lait ne tarde pas à se coaguler.

D'après Béchamp, la coagulation serait due à l'action des microzimas contenus normalement dans le lait.

Frémy l'attribue à la transformation de la lactose en acide lactique ; cette action, quoique vraie, n'est pas absolue, puisqu'il a été démontré que la coagulation pouvait avoir lieu sans le secours de la lactose.

Suivant M. Duclaux, elle est due au développement des microbes qu'il contient toujours en grand nombre et dont il a rencontré les germes sur le pis lui-même, sur les mains des personnes chargées de la traite ou encore dans les vases où on le conserve.

En dehors de la coagulation provoquée par les ferments dans les conditions ordinaires où se trouve le lait, nous pouvons obtenir, artificiellement, une coagulation qui diffère de la précédente en ce qu'elle est plus ferme et plus cohérente, par l'emploi de certains agents tels que: la présure, les membranes des testicules de jeune veau nourri seulement de lait, les acides minéraux sauf l'acide phosphorique qui n'amène la coagulation qu'ajoutée avec excès; certaines bases, un très grand nombre de sels neutres; certaines plantes.

Le plus intéressant de tous les agents que nous venons de citer, est une diastase que nous avons désignée sous le nom de présure et dont on se sert industriellement dans la fabri-

cation des fromages. La présure est constituée par un mélange de sucs gastriques, de pepsine et de lait presque réduit en caseum. Elle est sécrétée par la muqueuse stomacale des jeunes mammifères. Elle est surtout très développée dans l'estomac du mouton et du veau en lactation.

Cette sécrétion de présure persiste tant que l'alimentation reste lactée, même lorsqu'elle l'est seulement en partie, néanmoins, elle cède de plus en plus le pas à la pepsine, qui bientôt existe seule chez l'animal adulte.

On la retire d'ordinaire de la caillette de veau. Récente, elle se présente en grumeaux blanchâtres, qui deviennent ensuite d'un gris plus ou moins foncé. Lavée, salée et séchée à l'air, elle prend la consistance et l'aspect d'une masse onctueuse. Mais ce n'est pas dans cet état qu'on l'emploie pour cailler le lait. C'est en solution concentrée. On prend pour cela trois estomacs débarrassés de la matière gélatineuse qui avoisine le pylore et pesant environ, à l'état sec, 80 grammes.

On les incise et on les fait macérer pendant 5 jours à la température ordinaire dans un litre d'eau contenant 5 p. 100 de sel marin. Au bout de ce temps, on filtre et on a une solution pouvant coaguler en 40 minutes, à 35°, près de 10000 fois son volume de lait.

La température à laquelle la présure ainsi préparée agit pour amener la coagulation varie de 30° à 37°. Son maximum d'action est voisin de 40° d'après les expériences de M. Martiny; il est à 41° 25 d'après MM. Segelcke et Storch. M. Fleischmann, qui a étudié soigneusement les temps de coagulation du lait additionné de $^1/_{1000}$ de présure, n'a obtenu aucune coagulation en opérant à 15°, mais il a trouvé que la coagulation commence à 20° et atteint son maximum à 41°. En reprenant cette expérience, dans des conditions de sécurité parfaite vis-à-vis de l'ingérence des infiniments petits,

M. Duclaux a pu s'assurer que la présure est tout à fait inerte à la température de 15°.

Action de la présure. — On ne peut considérer l'action de la présure sur le lait comme caractéristique, c'est-à-dire comme lui appartenant en propre, à cause de la quantité de sel qui rentre dans sa préparation et dont l'effet s'ajoute à celui de la présure. De toutes les théories proposées pour expliquer l'action coagulante de la présure sur le lait, c'est celle de M. Hammarsten qui a prévalu jusqu'à maintenant. On peut, dit M. Duclaux, la résumer ainsi: «L'addition de la présure dédouble la caséine du lait en deux matières albuminoïdes nouvelles : l'une, la plus abondante, est insoluble en présence du phosphate de chaux dissous dans le lait. Elle se précipite en entraînant une partie de ce sel et constitue le caillé. L'autre, qui correspond à la lacto-protéine, entre en solution, mais elle ne préexiste pas dans le lait.»

M. Duclaux a soumis cette théorie à l'épreuve de l'expérience en filtrant, au travers de la porcelaine dégourdie, du lait ainsi que le serum obtenu au moyen de la présure.

Il a trouvé que la quantité de caséine dissoute est égale à 0,37 % dans le lait, et à 0,36 % dans le serum. Elle est donc la même pour les deux. Par conséquent, la coagulation ne correspond à aucune augmentation dans la proportion de cette caséine. De plus, le serum contient tout autant de phosphate de chaux en solution que le lait. L'un et l'autre en renferment exactement 0,17 % chacun. La seule partie de ce sel qui manque au lait est celle qui y était en suspension, et qui a été retenue dans les mailles du coagulum, en même temps que la matière grasse. La formation du caillé n'introduit donc aucune variation dans les proportions du phosphate de chaux en suspension et en solution. Ce sel ne joue qu'un rôle passif dans le phénomène, au lieu d'en être

l'élément actif comme le voudrait la théorie de M. Hammarsten.

Il ressort, en outre, des données de cette expérience que, malgré l'addition de présure, une partie de la caséine colloïdale du lait (0,46 °/₀) n'a pas changé d'état et n'a pas passé comme le reste à la forme de caséine solide. Il en est toujours ainsi; il n'arrive jamais que toute la portion coagulable de la caséine du lait se coagule. A mesure que la dose de présure augmente, la portion restée intacte diminue, cela est vrai, mais elle ne devient nulle dans aucun cas. En résumé, cette expérience amène à cette conclusion, que le lait est un système dans lequel les trois formes de la caséine (solide, colloïdale et dissoute) sont en équilibre stable, l'une vis-à-vis de l'autre, et que cet état d'équilibre peut être troublé par l'addition, en quantités infinitésimales, de diverses substances, par exemple de certains sels minéraux.

Quant à l'explication du phénomène de la coagulation, M. Duclaux ajoute qu'elle ne doit être cherchée ni dans les propriétés spécifiques de la présure, puisque d'autres corps produisent les mêmes effets, ni dans les propriétés spécifiques de la caséine, puisque d'autres corps de la chimie se présentent comme elle sous les trois états, solide, colloïdal et dissous : tels sont, par exemple, les oxydes de fer. Selon lui, le problème de la coagulation serait simplement un problème de mécanique moléculaire.

Nous allons voir maintenant, quelle est l'action des acides des bases et des sels neutres sur le lait.

Action des acides. — Les acides coagulent le lait, mais il est à remarquer que le coagulum qu'ils produisent n'a pas une composition identique à celui qu'on obtient au moyen de la présure. Les sels solubles dans les acides, tels que le phosphate de chaux, y sont moins abondants. Vis-à-vis des acides,

la coagulation du lait est fonction de la température et la sensibilité de cette action croit avec elle. Le fait est surtout sensible avec l'acide acétique. Il faut $^1/_{100}$ de cet acide à froid pour obtenir un vrai coagulum. Il n'en faut que $^4/_{1000}$ à 35° et $^1/_{2000}$ à 100°. Avec l'acide lactique et les acides minéraux, les proportions doivent être plus faibles. L'acide carbonique qui ne coagule pas le lait à froid, le coagule en vase scellé à la température de 120°.

Action des bases. — Cette action est nettement la contre-partie de celle des acides. La coagulation a bien lieu, mais elle est retardée sous leur influence. Le coagulum obtenu avec les bases terreuses : chaux, baryte, est plus opaque et plus ferme qu'avec les bases alcalines.

Action des sels neutres. — Comme tous les sels neutres paraissent se comporter de la même façon vis-à-vis du lait, nous ne nous occuperons que d'un seul, du sulfate de magnésie. Du lait additionné d'une certaine quantité de ce sel, reste d'abord intact en apparence, conserve son opacité et devient un peu visqueux. Si on augmente la dose, la transparence, bien que la dispersion des globules gras y reste la même, devient manifeste, parce que la caséine subit une transformation moléculaire qui en modifie la nature, et en modifie aussi la solubilité.

Au-delà d'une certaine proportion de sulfate de magnésie, le lait se coagule avant l'ébullition et à une température d'autant plus basse qu'il y a davantage de ce sel. Avec 10 % de sel, le lait se coagule à 100°, avec 20 % à 60°, et si l'on en ajoute 50 % la coagulation se fait à 15°, c'est-à-dire à la température ordinaire. La solubilité de la caséine dans une solution de sulfate de magnésie, est donc fonction de la proportion de sel et de la température. Elle est aussi fonction du temps,

car du lait additionné de 1/5 de sulfate de magnésie et maintenu à une température constante de 37°, reste intact dans les premiers moments et se coagule au bout de 3 ou 4 heures.

CONSERVATION.

Nous venons de voir que le lait était sujet à se décomposer. Aussi a-t-on cherché divers moyens pour prévenir son altération. On a proposé :

1° *La méthode d'Appert.* — Le lait se conserve très bien, en effet, à l'abri de l'air après avoir subi une courte ébullition. On sait que Gay-Lussac, en 1820, put conserver du lait de vache pendant deux mois, en le faisant bouillir tous les jours d'abord, tous les deux jours ensuite.

Un procédé dû à M. Martin, de Lignac, consiste à évaporer le lait à une température de 100°, jusqu'à réduction au 1/5 du volume primitif, après y avoir ajouté 75 grammes de sucre par litre. L'extrait mielleux obtenu est mis dans des vases en fer blanc (système Appert), qu'on chauffe à 105° pendant 1/4 d'heure et qu'on soude ensuite. Ainsi préparé, le lait se conserve indéfiniment.

2° *Les moyens frigorifiques.* — Comme application de ces moyens, M. le Dr Adam, pharmacien de l'Hôpital Lariboisière, emploie un appareil qui permet : 1° de maintenir le lait pendant 24 heures à une température assez basse pour en prévenir l'altération ; 2° de soustraire assez efficacement le lait à l'influence de l'atmosphère, et enfin de remédier à la montée de la crême en rétablissant l'homogénéité.

Cet appareil se compose d'une caisse à glace, doublée de zinc, entourant un récipient où l'on introduit le lait. Ce

récipient de forme cylindrique, en tôle étamée est à fond plat et incliné vers le robinet inférieur dont il est muni. Il porte un couvercle traversé par l'axe d'une hélice que l'on fait tourner au moyen d'une manivelle. Cette hélice a pour effet de transmettre au lait un mouvement descendant, de sorte que les couches supérieures étant refoulées, il en résulte un mélange parfait, sans battage et sans formation de crême.

Trente tours environ, imprimés à l'hélice, suffisent à cette opération.

3° *Les agents chimiques.* — On a généralement recours aux agents chimiques suivants : carbonate de soude, ammoniaque, bicarbonate et benzoate de soude, borax, acide borique. On a également conseillé certaines essences, l'essence de térébenthine, de moutarde, etc., l'acide salicylique, l'eau oxygénée et même la résorcine qui, d'après les travaux de MM. Andeer, Callias et Dujardin-Baumetz, aurait la propriété de conserver le lait à la dose de 2 °/₀. Ce qui explique l'emploi de ces divers agents, c'est la propriété qu'ils ont de retarder la coagulation en rendant la caséine plus soluble.

Avec 1/1000 de borax, la coagulation à 37° devient quatre fois plus lente et seize fois avec 2/1000 de ce sel. L'acide borique qui, comme on sait, n'est pas un acide franc et agit comme une base vis-à-vis de certains papiers réactifs, se comporte comme le borax. La coagulation du lait devient, en effet, cinq fois plus lente avec 1/2000 d'acide borique et vingt fois plus avec 1/1000.

CHAPITRE IV.

Sommaire : Falsifications, essai, analyse chimique, méthode du Dr Quesneville.

Falsifications. — Les fraudes qu'on a généralement à constater se réduisent à trois principales: l'écrémage, la dilution, l'écrémage suivi du mouillage. Mais il arrive parfois que pour dissimuler ces manipulations, on ajoute diverses substances destinées, soit à relever la saveur, soit à simuler la crême enlevée, en donnant la consistance et l'opacité convenables, soit à détruire la teinte bleuâtre que prend le lait étendu d'eau, soit à augmenter la densité. Parmi celles qu'on a employées, nous signalerons : la fécule, l'amidon, la farine, la dextrine, le sucre, les infusions de matières amylacées (riz, orge, son), la gomme arabique, la gomme adragante, les jaunes d'œufs, le blanc d'œuf, le caramel, la cassonade, la gélatine, l'ichthyocolle, le jus de réglisse, les carottes cuites au four, des émulsions de graines oléagineuses (chènevis, amandes douces), même le serum du sang, et, dit-on, jusqu'aux cervelles d'animaux, notamment celles de cheval, préalablement triturées et délayées.

Bien qu'il n'existe pas une composition normale constante du lait, on pourra néanmoins apprécier la qualité d'un lait, et être fixé sur la nature même des falsifications, en procédant soit à un essai, si on est pressé, soit, ce qui vaut mieux, à l'analyse chimique proprement dite.

Nous nous bornerons, vu le plan de notre travail, à indiquer simplement la marche à suivre pour faire l'essai d'un lait et l'analyse chimique. Nous donnerons ensuite un ré-

sumé de la nouvelle méthode de M. le Dr Quesneville, permettant d'arriver à la détermination des éléments principaux du lait et de ses falsifications, par des moyens physiques.

Essai du lait. — *1° Examiner avec soin la couleur.* Une teinte bleuâtre qui se manifeste surtout sur les parois des vases qui renferment le lait, serait l'indice de la soustraction de tout ou partie de sa crême, et de l'addition d'une plus ou moins grande quantité d'eau.

2° Déguster le lait pour s'assurer de sa saveur en même temps que de son opacité.

3° L'agiter dans tous les sens, de façon à répartir la crême dans toute la masse, et après l'examen au microscope qui permet de reconnaître non seulement les fécules, mais les cervelles (1), on détermine la densité soit avec le lactodensimètre de Quévenne, soit avec celui du Dr Quesneville, en ayant soin d'observer la température et de plonger ces instruments doucement et peu à peu.

4° Doser le beurre au moyen du lactobutyromètre de Marchand, et enfin la lactose par le polarimètre. Ce dernier essai est effectué, après avoir traité le lait de la façon suivante: on chauffe le lait à une température de 40° à 50°, et on acidifie légèrement avec de l'acide sulfurique. On sépare le coagulum formé par filtration, et on verse, dans la liqueur obtenue, quelques gouttes de sous-acétate de plomb. On filtre de nouveau et le liquide limpide est introduit dans le tube d'observation du polarimètre. Nous renvoyons pour la

(1) L'observation microscopique fait apercevoir un grand nombre de débris de membranes de vaisseaux sanguins. D'après M. Nicolet, les divers éléments qu'on rencontre dans la cervelle de cheval, sont: 1° des amas de vaisseaux capillaires; 2° des V. capillaires isolés de différentes grosseurs; 3° des V. capillaires plus gros, montrant la couche interne et les noyaux; 4° des V. capillaires pelotonnés; 5° des cellules de la substance grise; 6° des cellules à prolongements situées principalement dans la substance blanche.

description et le mode opératoire des appareils que nous venons de citer, aux manipulations de Physique de Buignet, ou au Dictionnaire de Chevalier et Baudrimont.

5° Le petit-lait obtenu avec l'acide acétique, refroidi et traité par la teinture d'iode ou l'eau iodée, permet de déceler aussi la présence de la fécule, de l'amidon, de la farine, de la dextrine. Le sucre de fécule se reconnaît à ce qu'il contient de l'amidon ou à ce que le serum additionné de levûre de bière, subit facilement la fermentation alcoolique. La gélatine et l'ichthyocolle donnent un précipité lorsqu'on traite le petit-lait par la noix de galle. Les matières colorantes se reconnaissent à la couleur du petit-lait et à l'aide d'un alcali ou d'un acide.

Nous ne voulons pas quitter ce sujet sans dire cependant un mot du lactoscope de Donné. Cet instrument, en raison de la commodité de son emploi et des indications rapides qu'il fournit, peut être utilement employé, mais à la condition, toutefois, que le lait sera examiné sitôt après la traite ou ne contiendra pas de substances capables de donner une opacité comparable ou égale à celle que présentent les globules butyreux et la caséine en suspension. Ce qui revient à dire qu'il ne pourra également être utile que dans le cas où l'on voudra s'assurer, sur le champ, de la qualité d'un lait, par exemple : dans le choix d'une nourrice (femme, chèvre, etc.)

Analyse chimique. — Elle est basée sur la détermination des éléments suivants : beurre, caséine, lactose, extrait sec, cendres et eau.

On mesure avec une pipette jaugée 20^{cc} de lait, et après les avoir étendus de 80^{cc} d'eau, on y ajoute 10 gouttes d'acide acétique cristallisable.

On agite, on laisse déposer et on verse le tout sur un petit filtre sans plis, préalablement séché à 100° et taré.

Le précipité obtenu, lavé d'abord à l'eau puis avec de l'alcool, est enfin épuisé par de l'éther qui, par évaporation, donne le poids de beurre.

Après épuisement, on sèche le filtre à 100° et on le pèse. Le poids trouvé diminué de celui du filtre donne le poids de la caséine. Le serum, réuni à la première eau de lavage, porté à l'ébullition puis filtré pour séparer l'*albumine*, sert à doser la lactose au moyen de la liqueur de Fehling ou du saccharimètre.

On détermine la quantité d'eau et l'extrait sec en chauffant à 95° environ, dans une capsule de platine à fond plat et tarée, un mélange de 10^{cc} de lait et de 10 gr. de sulfate de baryte bien sec, jusqu'à poids constant.

Cet extrait, chauffé d'abord doucement puis incinéré en ayant soin de ne pas dépasser le rouge sombre, donne le poids des cendres.

Méthode de M. le D^{r} Quesneville. — M. Georges Quesneville, s'inspirant des résultats obtenus par Bouchardat qui, dans ses recherches sur le diabète sucré, avait trouvé que les matières contenues dans les urines sucrées étaient en moyenne de 2,1 par degré densimétrique à 15°, et que dès lors on pouvait obtenir le poids de l'extrait d'une urine en multipliant les deux derniers chiffres de sa densité par ce nombre, a pensé que le lait, malgré la complexité de ses éléments, devait obéir, comme les urines, à de certaines lois. Il a été ainsi amené à caractériser un lait, par le rapport qui existe entre le poids de son extrait rapporté à un litre et les chiffres caractéristiques de sa densité, c'est-à-dire les chiffres qui représentent la différence entre la densité du lait à 15° et celle de l'eau prise égale à 1000 à la même température.

En désignant par C ce rapport que M. Quesneville nomme caractéristique, par E le poids de l'extrait à 100° de 1 litre de lait et par D les chiffres caractéristiques de la densité du lait, on a :

$$C = \frac{E}{D}.$$

Après avoir démontré expérimentalement que la caractéristique d'un lait est fonction des derniers chiffres de la densité, du poids du beurre et indépendante du mouillage, il établit entre C le poids de beurre P et D la relation :

$$C = 2{,}75 + 1{,}06\ \frac{P}{D}$$

de la forme :

$$\frac{E}{D} = a + b\ \frac{P}{D}$$

dans laquelle $\frac{E}{D} = C$, et les coefficients a, b représentent les valeurs moyennes tirées des relations suivantes :

	$\frac{E}{D}$		$\frac{P}{D}$				
1.....	145,6	=	48.9	× b +	33,7	×	a.
2.....	133,4	=	41,25	× b +	32,8	×	a.
3.....	180,1	=	92,2	× b +	29,8	×	a.
4.....	134,6	=	42,45	× b +	32,5	×	a.
5.....	139,6	=	44,5	× b +	33,4	×	a.
6.....	166,7	=	72,9	× b +	32,5	×	a.

d'où cette conséquence :

—Que les laits complètement écrémés ($P = o$) devaient avoir une caractéristique constante et sensiblement égale à 2,75.

—Que les laits moyens ($P = 38{,}6$) devaient avoir une caractéristique voisine de 4,0.

—Que l'écrémage des laits moyens serait indiqué par la caractéristique comprise entre 4,0 et 2,75.

Mais pour vérifier ces résultats, il fallait pouvoir écrémer complètement le lait.

M. Quesneville y est arrivé par le procédé que voici :

A 250^{cc} de lait, il ajoute peu à peu 4^{cc} d'une solution ammoniaco-sodée (1), puis il porte à 40° et met le tout dans un entonnoir à robinet. Au bout d'une demi-heure, la crême est séparée et il obtient un liquide qu'il appelle lactoserum. Celui-ci ne contient pas plus de 0,60 de matière grasse par litre et possède pour tous les laits une caractéristique constante égale à 2,65.

L'étude des lactoserums obtenus dans ces conditions, a conduit M. Quesneville à remarquer: que la caractéristique du lactoserum d'un lait reste constante: 1° quel que soit le mouillage; 2° quel que soit l'écrémage. Qu'elle diminue au contraire: 1° avec l'addition de petit-lait; 2° avec l'addition de sels et que les lactoserums des laits moyens ont pour extrait un chiffre voisin du nombre 96.

Abordant ensuite la détermination du poids de beurre en fonction du volume de la crême, il établit la relation:

$$P = 1{,}333\ V + 0{,}67.$$

Il a fait construire, à cet effet, une sorte de crémomètre à déplacement, gradué, dans lequel il introduit, pour cette opération, 250^{cc} de lait porté à 50°, après addition de 4^{cc} de la liqueur ammoniaco-sodée. En opérant ainsi, toute la crême est séparée au bout d'une ou deux heures au plus. On lit alors, sur le crémomètre, le nombre de divisions occupées

(1) Ainsi préparée :

Lessive des savonniers marquant 1,34 à 15°. . . . . 32^{cc}.
Ammoniaque liquide marquant 0,91 à 15°. . . . . 225^{cc}.

par la crême et ce nombre multiplié par 1,67 donne le volume V exact de la crême. Exemple :

la crême occupe 8^{D} 7 du crémomètre,

on a alors $V = 8{,}7 \times 1{,}67 = 14.519$,

d'où, en remplaçant V par sa valeur :

$$P = 1{,}333 \times 14{,}529 + 0{,}67.$$

Connaissant le poids de beurre P et les chiffres caractéristiques de la densité d'un lait, on peut avoir immédiatement le poids de l'extrait E, sans avoir recours à l'évaporation qui est toujours très longue, par la relation :

$$E = 2{,}75\ D + 1{,}06\ P.$$

En faisant des mélanges en proportions variables de lait et de lactoserum, M. Quesneville a trouvé que la caractéristique d'un lait diminuait, en moyenne de 0,13 par chaque addition de 10 °/₀ de lactoserum et que, d'après ce résultat, on pouvait calculer l'écrémage par la formule : $e = (100 - n)$, en partant de la relation : $2{,}65 + n \times 0{,}013 = C$

d'où $$n = \frac{C - 2{,}65}{0{,}013}$$

dans laquelle n désigne la quantité pour cent de lactoserum qu'il faudrait ajouter pour avoir un écrémage complet, C la caractéristique du lait et 2,65, la caractéristique moyenne des laits complètement écrémés.

Ex : un lait a une caractéristique égale seulement à 3,2, d'après ce qui précède nous avons : $n = \frac{3{,}2 - 2{,}65}{0{,}013} = 42{,}3$

d'où $$e = (100 - 42{,}3) = 57{,}7$$

c'est-à-dire que ce lait était déjà écrémé de 57,7 °/₀.

Une autre fraude, non moins fréquente que celle de l'écrémage et peut-être plus difficile à calculer, est celle du mouillage

M. Quesneville mesure le mouillage pour cent par la formule

$$m = 100\,\frac{96{,}5 - E'}{96{,}5}$$

dans laquelle le nombre 96,5 est, d'après Bouchardat, le poids de l'extrait du lactoserum moyen des laits. On voit par là que pour connaître la quantité d'eau ajoutée frauduleusement à un lait, il suffira de déterminer l'extrait E' de son lactoserum.

Non seulement M. Quesneville est arrivé ainsi à pouvoir constater le mouillage et l'écrémage, à différencier ces deux sortes de falsifications et à les calculer ; mais même à reconnaître, par l'examen du petit-lait, d'autres falsifications telles que : additions de sels ou de petit-lait. Il a démontré, en effet, que la caractéristique du petit-lait normal est constante et voisine de 2,3 et qu'il existe, en outre, une relation immédiate entre le degré saccharimétrique du petit-lait et les chiffres caractéristiques de sa densité.

Il ressort de cet ensemble de recherches :

1° Que lorsqu'on trouvera pour un lait une caractéristique comprise entre 2,65 et 4,0, on sera en droit de soupçonner l'écrémage.

2° Que la diminution de la caractéristique du lactoserum indique l'addition au lait de sels ou de petit-lait.

3° Que le poids de l'extrait du lactoserum, inférieur à 96, indique le mouillage.

Nous ajouterons en terminant cette rapide revue, que M. Quesneville a dressé des tables dans tous les cas possibles et qu'on pourra, en un quart-d'heure, en se reportant à ses

tables, déterminer : le beurre, le mouillage, l'extrait, l'écrémage, par la connaissance seule :

1° De la densité du lait.

2° Du volume de la crême, *v.*

3° De la densité du lactoserum.

CHAPITRE V.

Fermentations du lait.

Sommaire : Fermentations lactique, butyrique. — Fermentation de la caséine. — Fermentation alcoolique. — Koumys. — Képhir.

Nous savons, d'après les expériences de M. Pasteur, que le lait est pur au sortir de la mamelle, de germes vivants; mais qu'une fois exposé à l'air, il ne tarde pas à être envahi par un grand nombre de ferments, dont il a rencontré les germes à la surface des corps avec lesquels il a été en contact et à passer, en un temps plus ou moins long, selon la température, par une série de transformations.

Parmi ces transformations, nous passerons successivement en revue : la fermentation lactique, la fermentation butyrique, celle de la caséine, enfin, la fermentation alcoolique et les produits qui en dérivent : le Koumys et le Képhir.

Fermentation lactique. — On entend par fermentation lactique dans le lait, la transformation de la lactose en un acide de consistance sirupeuse, l'acide lactique, sous l'influence d'un ferment, le *micrococcus lacticus*, dont le rôle consiste à dédoubler une molécule de lactose en quatre molécules d'acide lactique, d'après l'équation :

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 4\,(C^3H^6O^3).$$

Ce phénomène de l'acidification du lait a été observé dans les temps les plus reculés, mais c'est en 1780 seulement que

Scheele retira du lait aigri l'acide lactique, dont Berzélius démontra les propriétés acides et dont Mitscherlich et Liebig déterminèrent, en 1832, la composition exacte. A cette époque, on connaissait le côté pratique de cette transformation, c'est-à-dire les termes de la réaction et les conditions favorables à la production d'acide lactique; on savait qu'il s'agissait d'une simple transformation moléculaire, ou plutôt du dédoublement d'une molécule en deux molécules équivalentes plus simples, et que la présence de l'acide lactique formé pouvait entraver la fermentation, d'où l'indication toute naturelle de neutraliser cet acide au fur et à mesure de sa formation, soit par le bicarbonate de soude (Boutron et Frémy), soit par le carbonate de chaux (Gobley, Bensch), soit par l'oxyde de zinc (Lantermann) ; mais on n'avait que des idées vagues et mal assises sur la cause provocatrice du phénomène. L'absence apparente d'un ferment organisé que l'on n'avait pu observer, prêtait un puissant appui à la théorie de Liebig (1839), qui attribuait la cause des fermentations au mouvement moléculaire communiqué. « La levûre de bière, et en général toutes les matières animales et végétales en putréfaction, reporteront sur d'autres corps l'état de décomposition dans lequel elles se trouvent elles-mêmes ; le mouvement qui, par la perturbation d'équilibre, s'imprime à leurs propres éléments, se communique également aux éléments des corps qui se trouvent en contact avec elles. Par exemple, le sucre est un composé stable vis-à-vis de certaines influences extérieures; mais un édifice fragile vis-à-vis des mouvements moléculaires des substances organiques en décomposition, et se dédouble facilement sous leur action en alcool et acide carbonique. » (Liebig, *Ann. de chimie et de phys.* 2e série, t. LXXI).

Cette explication du phénomène de la fermentation qui eut à son époque un très grand retentissement, n'a plus aujour-

d'hui, grâce aux découvertes de M. Pasteur, qu'un intérêt historique. C'est encore à M. Pasteur que revient l'honneur d'avoir montré le premier que la fermentation lactique est due à une bactérie spéciale, au *Micrococcus lacticus* (1), auquel il a d'abord donné le nom de *fermentum lacticum*, puis celui de vibrion lactique.

Nous devons dire cependant que Remak, en 1841, avait déjà entrevu le ferment lactique, et que Blondeau, en 1848, l'avait caractérisé en partie; mais les découvertes de ces observateurs n'eurent aucun crédit auprès des savants.

Nous ne décrirons pas ici les procédés qu'a employés M. Pasteur pour arriver à isoler le *Micrococcus lacticus*, nous nous contenterons d'indiquer la nature et le rôle chimique de ce ferment.

Cet organisme, pris en masse, présente l'aspect de la levûre de bière; il a seulement une consistance un peu plus visqueuse et une couleur plus grise. Au microscope, l'aspect est tout différent, il montre des globules et des articles beaucoup plus petits que ceux de la levûre de bière. Ces articles, de 1μ6 de diamètre, sont étranglés en leur milieu et affectent quelquefois la forme du *Mycoderma aceti*, quelquefois ils sont plus amincis et comme étirés l'un sur l'autre en leur point de jonction; mais ils en diffèrent toujours en ce qu'ils sont plus turgescents, plus réfringents et mieux modelés.

Il se développe fort bien dans tous les mélanges de sucre et d'un liquide azoté quelconque. Braconnot l'a signalé dans les eaux mères des amidonniers. Balard, puis Pasteur l'ont également signalé dans les vins tournés. La bière, comme la moins acide des liqueurs alcooliques, est souvent envahie

(1) Les bactéries, par Cornil et Barbès, p. 39.

par le ferment lactique. Il en est de même pour les infusions de malt, le petit-lait, la choucroûte, etc.

Il peut aussi se développer dans un mélange minéral déterminé et s'en accommoder même mieux que le ferment alcoolique. Comme éléments hydrocarbonés, il accepte tous les sucres capables de subir la fermentation alcoolique. Mais il y a cette remarque à faire que les saccharoses, comme le sucre de lait, qui subissent le plus facilement la fermentation alcoolique, sont celles qui ont le plus de peine à se transformer en acide lactique et *vice versâ*.

D'après Bichet, l'activité de la fermentation lactique dans le lait croît avec la température jusqu'à 44°; de 44 à 52° elle est à peu près constante, à partir de 52° elle décroît à mesure que la température augmente. Elle est éteinte longtemps avant l'ébullition. Le ferment lactique est un aérobie. Il épuise rapidement de son oxygène le liquide dans lequel il vit et a besoin d'en trouver de nouveau à la surface. Il ne se développe pas dans l'acide carbonique ni dans les liqueurs acides. Il se refuse à tout développement quand on l'ensemence dans du lait où l'on a ajouté assez d'acide chlorhydrique ou sulfurique pour représenter 1 gr. d'acide lactique par litre.

C'est pour cela que si l'on ne prend la précaution de saturer l'acide lactique au fur et à mesure de sa production, la fermentation lactique devient vite languissante et peut même être promptement remplacée par la fermentation butyrique dans le lait et par la fermentation alcoolique dans certains liquides où la levûre de bière se développe en même temps que le ferment lactique.

M. Duclaux explique le mécanisme des actions réciproques du lait et du ferment lactique de la façon suivante:

« Tant qu'il y a, dit M. Duclaux, de la caséine en solution, le ferment se développe et acidifie le liquide; mais la caséine

prend peu à peu l'état insoluble et comme le ferment ne sécrète pas de diastase capable de la dissoudre, comme d'ailleurs le coagulum qui se forme l'englobe dans ses mailles, l'action acidifiante ne s'accomplit plus qu'avec une telle lenteur qu'on peut admettre qu'elle cesse. »

Fermentation butyrique. — Cette fermentation se superpose à la fermentation lactique, soit sous l'influence du vibrion butyrique sur l'acide lactique, soit sous l'action du *Bacillus amylobacter* sur la lactose qui reste dans le serum.

Le vibrion butyrique transforme l'acide lactique en acides butyrique et carbonique et en hydrogène, d'après l'équation :

$$2C^3H^6O^3 = C^4H^8O^2 + 2CO^2 + 4H.$$

Le *Bacillus amylobacter* donne, avec la lactose, les mêmes produits de décomposition :

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = 2C^4H^8O^2 + 4CO^2 + 8H.$$

Fermentation de la caséine. — La transformation que subit la caséine est une destruction ou plutôt une digestion dont les agents sont des ferments appartenant au genre *Tyrothrix* (Duclaux), parmi lesquels les uns sont aérobies, les autres anaérobies.

Ces Tyrothrix se nourrissent aux dépens de la caséine, moyennant une transformation préalable qu'ils lui font subir à l'aide d'une diastase, appelée caséase par M. Duclaux, qu'ils sécrètent eux-mêmes et qui semble identique à celle qui agit chez les végétaux et dans le canal digestif des animaux. Nous n'entrerons pas ici dans l'étude morphologique de ces ferments, nous indiquerons simplement leur mode d'action en nous plaçant toujours dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en abandonnant le lait au libre contact de l'air.

« A la surface de la masse, que ce soit du lait ou du caillé, dit M. Duclaux, pulluleront les êtres aérobies, empruntant à l'air son oxygène et l'employant à brûler les matières organiques en dissolution. Quelques-uns qui peuvent s'accommoder d'une privation plus ou moins complète d'oxygène, s'enfonceront plus ou moins dans les profondeurs du liquide et s'y mélangeront avec les anaérobies purs. Là, il y a fermentation et dégagement gazeux désagréablement odorant dans la plupart des cas. Une fois développés dans toute l'épaisseur du liquide, ces êtres formeront en quelque sorte une société de secours mutuels. Ceux de la surface préparent des diastases pour ceux de la profondeur, et les préservent de l'action de l'oxygène ; ceux de la profondeur produisent des gaz qui brassent le liquide, favorisent la volatilisation du carbonate d'ammoniaque, et rendent la vie plus facile aux aérobies. Quelques-uns prennent, comme point de départ, les matériaux élaborés par d'autres et respectés ensuite parce qu'ils sont devenus impropres ou même nuisibles. Ils les détruisent, les décomposent, les amènent à une forme plus simplifiée sous laquelle ces aliments sont repris par une espèce moins difficile. De sorte, qu'en résumé, la matière organique initiale se réduit à ses éléments minéraux qui restent et à des matières gazeuses qui ont passé dans l'air pour y recommencer une nouvelle série de pérégrinations. »

Fermentation alcoolique.—Nous aurions voulu consigner ici le résultat de nos recherches sur cette fermentation; mais faute d'avoir achevé nos observations, nous n'en parlerons que d'après les ouvrages qui traitent de la matière.

Nous avons vu que le lait exposé à l'air s'aigrit par suite de la formation d'acide lactique, sous l'influence du *Micrococcus lacticus* dont le rôle consiste à dédoubler une molécule de lactose en 4 molécules d'acide lactique. Nous avons

vu aussi que, lorsque la liqueur a atteint un certain degré d'acidité, la fermentation lactique s'arrête. Que se passe-t-il alors ? On admet que l'acide lactique produit, réagit sur le sucre de lait qui reste et le dédouble en deux sucres fermentescibles, en galactose et glucose :

$$C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^6,$$

lesquels se transforment, à leur tour, en alcool et acide carbonique, suivant l'équation :

$$C^6H^{12}O^6 = 2\,(C^2H^5OH) + 2\,C0^2.$$

C'est sur cette métamorphose du sucre de lait qu'est fondée la préparation des boissons connues sous le nom de Koumys et de Képhir, obtenues par ensemencement de certaines levûres dont le rôle, dans le travail fermentaire exécuté pour la transformation du lait en ces deux boissons n'est pas, que nous sachions, encore démontré.

Koumys. — Le koumys est une boisson légèrement alcoolique et acide, que les habitants nomades des steppes du sud de la Russie et de l'Asie centrale, les Kirghiz, les Kalmoucks, etc., préparent par une fermentation particulière du lait de jument. D'après Sudakewitsch, on le prépare par un procédé à peu près semblable à celui-ci :

« On mélange dans un vase, du lait avec du vieux Koumys ou avec un dépôt de Koumys séché au soleil. On agite bien pendant 15 minutes, et on laisse reposer une nuit. Le lendemain, on ajoute du lait frais, on agite avec soin et on recommence à plusieurs reprises, dans la journée, à agiter le liquide. On obtient ainsi, à la fin de la journée, un Koumys faible qu'on décante dans un second vase, en en laissant un peu dans le premier. Sur ce résidu, on ajoute du nouveau lait, on mélange, on agite, on laisse de nouveau une nuit de repos ; le lendemain, après avoir ajouté du lait, on agite encore et fréquemment dans la journée. On agite aussi le Koumys du second vase, mais sans y ajouter du lait. A la fin

du troisième jour on a dans ce second vase du Koumys de force moyenne, et dans le premier du Koumys jeune. On décante dans un troisième vase la plus grande partie du Koumys du second; sur le résidu on verse le Koumys du premier, et, dans ce premier vase, on recommence les opérations, de sorte qu'on a ainsi, à un même moment et d'une façon régulière, si la fabrication est continue, trois Koumys de forces inégales. » Quand on n'a pas de semence d'origine, on peut se la procurer, d'après le Dr Jarotski, en mélangeant 250 gr. de levûre avec 125 gr. de farine de froment et une cuillerée de miel, en délayant ce mélange dans un peu de lait frais, et laissant digérer une nuit dans un endroit chaud. On recueille ensuite la masse dans un linge, et on fait un nouet que l'on place dans du lait frais. Au bout de trois jours, on peut se servir de ce lait pour la préparation du Koumys.

L'origine des procédés employés par les peuplades que nous avons citées, se perd dans la nuit des temps et aujourd'hui encore, on n'est pas parvenu à découvrir le véritable agent qui préside à la transformation que subit le lait dans cette préparation.

Képhir. — Le Képhir est une boisson analogue, facilement digestible, mais plus agréable au goût que le Koumys. Sa consistance est celle d'une crême très fluide, sa saveur est légèrement acidulée et alcoolique. Il est pour les montagnards du Caucase, ce qu'est le Koumys pour les nomades de l'Asie centrale, mais il présente cette différence avec le Koumys qu'il peut être préparé avec toute espèce de lait, lait de vache, lait de chèvre, etc.

On prépare le Képhir de deux manières : dans la première méthode, le ferment provient toujours d'une fermentation précédente. Elle est surtout employée par les montagnards

du Caucase et fournit le Képhir appelé Képhir d'outre. Dans la deuxième, le ferment est livré par le commerce à l'état sec.

C'est seulement depuis quelques années que le Képhir est l'objet d'études suivies. Il y a dix ans, le Képhir était parfaitement inconnu en dehors du pays d'origine. Un mémoire de Kern, paru en 1881, attira l'attention des botanistes sur cette boisson, puis vinrent les travaux du Dr Cohn (1883) et du Dr Polok. La levûre de Képhir est une levûre domestique au même titre que les différentes variétés de levûre de bière. A l'état frais et humide, elle se présente en masses solides, élastiques, gélatineuses, de couleur blanc-jaunâtre, sphériques ou elliptiques, et variant en grosseur de 1 mm. à 5 cent. Les plus petites masses sont lisses extérieurement; les plus grosses, au contraire, présentent des excroissances et des enfoncements qui les font ressembler à des petites têtes de choux-fleurs.

La préparation de ce ferment est devenue en quelque sorte industrielle, comme celle de la levûre de bière. C'est une marchandise courante dans la plupart des pharmacies de la Russie.

Kern a essayé de déterminer dans cette levûre la formation sporée; ses essais ont été infructueux. D'après Brefeld, cela tiendrait à ce que cette levûre, depuis un nombre infini de générations, n'a été cultivée que dans le lait, c'est-à-dire dans un milieu très convenable à sa végétation. Elle doit donc avoir perdu la faculté de produire des spores.

Les bactéries constituent dans le ferment une masse plus importante que celle de la levûre. Elles se composent de bâtonnets courts, cylindriques, qui se multiplient par division et se séparent; mais outre le mode de multiplication par division, elles présentent le mode de multiplication par formation de spores. Cette formation de spores est toujours

déterminée par la diminution des matériaux nutritifs. Dans les cellules allongées en filament, on remarque en général des séries de spores. Dans les cellules isolées, on n'aperçoit jamais que deux spores placées chacune à l'une des extrémités. C'est en raison de cette dernière particularité, que Kern a cru devoir créer, pour la bactérie du Képhir, un nom générique, le nom de *dispora*, et qu'il l'a appelée : *dispora caucasica*.

FIN.

Vu et permis d'imprimer :
Montpellier, le 8 mai 1886.
Le Recteur de l'Académie,
Correspondant de l'Institut,
G. CHANCEL.

Vu :
Le Directeur de l'Ecole,
J.-E. DIACON.

PRÉPARATIONS

Koumys.

Képhyr.

Pepsine.

Lactose.

Oléine.

Margarine.

Présure.

Acide lactique.

Lactate de zinc.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Adam. — Etude sur le lait des hôpitaux de Paris et sur un appareil propre à sa conservation. (J. de Ph. et de Ch. 1885).

Beauregard et Galippe. — Guide pratique de micrographie.

Bourquelot Em. — Les microbes de la fermentation alcoolique du lait. (J. de Ph. et de Ch., t. XIII, 1886).

Brehm. Les mammifères (P. 448-49).

Buignet. — Manipulations de physique.

Chapuis. — Rôle chimique des ferments figurés. (Thèse pour l'agrégation de méd., Paris 1880).

Chevalier et B. — Dictionnaire des falsifications (éd. 1882).

Chichkoff. — Composition du lait. (J. de Ph. et de Ch. 1885, p. 348).

Cornil et Babès. — Les bactéries.

Dirr. — Guide pratique pour déterminer les falsifications du lait.

Dauthour. — Du lait au point de vue pharmaceutique (Synthèse de l'Ecole sup. de ph., Montpellier 1885).

Dmittriew. — Le Képhir. (Union Ph. 1885).

Duclaux. — Chimie biologique. (Encycl. Frémy).

— Sur les matières albuminoïdes du lait. (Mon. sc. 1884, p. 238).

— Constitution du lait. (Mon. sc. 1884, p. 382).

— Action de la présure sur le lait. (Mon. sc. 1884, p. 391).

Esbach. — Dosage de la lactose.

— Analyse complète du lait.

Gabel. — Lait des vaches Hollandaises. (J. de Ph. et Ch., p. 16).

Gay J. — Les fermentations. (Synthèse de l'Ecole sup. de Ph., Montpellier 1880).

Joly et Filhol. — Recherches sur le lait (1856.) (Mém. de l'acad. royale de méd. de Belgique, t. III).

Jungfleisch. — Manipulations de chimie (1886).

Küss et Duval. — Cours de physiologie.

Landowski. — Du Koumys. (J. de thérapeutique 1874).

Larousse. — Grand dictionnaire universel.

Pennetier G. — Leçons sur les matières premières organiques.

Pouriau. — La laiterie.

Quesneville. — Nouvelles méthodes pour la détermination des éléments du lait.

Rubner. — Nouvelles réactions du sucre de lait. (Mon. sc. 1885, p. 1102).

Soubeiran. — Traité de pharmacie.

De Sinety. — Sur quelques points de la physiologie de la glande mammaire et de la lactation. (Ass. fr. pour l'avancement des sciences, Congrès de Lille 1874).

Schmitt. — Etude sur la composition des beurres. (Union Ph. 1885).

Schrodt et Hansem. — Cendres du lait de vaches. (J. de Ph. et de Ch. 1885).

Schutzenberger. — Les fermentations (1879).

Trouessart. — Les microbes, les ferments et les moisissures (1886).

Wurtz. — Dictionnaire de chimie.